

Артем Сергеевич Голубев

¹Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

¹golubev100@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПИРОКСАСУЛЬФОНА НА ПОСЕВАХ СОИ

Цель исследования – изучение действия гербицида «Каритори», ВДГ (850 г/кг), на основе нового действующего вещества пироксасульфона на сорный компонент в посевах сои в условиях Российской Федерации. Задачи: оценить биологическую эффективность гербицида «Каритори», ВДГ, против комплекса сорных растений; оценить безопасность использования препарата для растений сои; провести учет урожая культуры. Опыты проводили в течение двух вегетационных периодов 2018 и 2019 гг. В Алтайском крае опыты были заложены на посевах сои сорта Алтом, в Астраханской области - на посевах сои сорта Вилана, в Краснодарском крае – на посевах сои сорта Бара (в 2018 г.) и сорта Арлета (в 2019 г.). Опрыскивание почвы гербицидом осуществляли до всходов культуры. Оценку засоренности проводили с помощью количественно-весового метода в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве». Наибольшее снижение общей засоренности посевов сои было отмечено в Алтайском крае в условиях сильного засорения ежовником обыкновенным. Внесение 0,1; 0,2 и 0,3 кг/га препарата в этом регионе обеспечивало эффективность 76,3; 88,7 и 92,3 % соответственно. Снижение общей засоренности в других регионах было меньшим – применение 0,3 кг/га препарата обеспечивало эффективность на уровне 66,4–67,4 %. Во всех регионах эффективность минимальной нормы применения гербицида «Каритори», ВДГ (0,1 кг/га), превосходила эффективность 0,1 кг/га эталона «Пледж», СП. Отмеченная тенденция подкреплялась данными учетов массы злаковых сорных растений. Проведение обработок оказало положительное влияние на величину полученного в опытах урожая сои. Во всех проведенных опытах (за исключением опыта 2018 г. в Астраханской области) прибавки урожайности культуры за счет снижения конкуренции со стороны сорных растений после внесения гербицидов были существенными. Наиболее значимые прибавки (от 8,2 до 10,1 ц/га) получены в 2019 г. в опыте на посевах сои сорта Арлета в условиях Краснодарского края.

Ключевые слова: соя, сорные растения, гербицид, пироксасульфен, эффективность

Для цитирования: Голубев А.С. Эффективность пироксасульфена на посевах сои // Вестник КрасГАУ. 2024. № 1. С. 41–46.

Благодарности: автор выражает благодарность всем сотрудникам, принимавшим участие в проведении полевых опытов с гербицидом «Каритори», ВДГ: Ш.Б. Байрамбекову, Г.Я. Стецову, А.П. Савве и другим.

Artem Sergeevich Golubev

¹All-Russian Research Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

¹golubev100@mail.ru

EFFICACY OF PYROXASULFONE IN SOYBEAN CROPS

The purpose of research is to study the effect of the herbicide Karitori, WSG (850 g/kg), based on the new active ingredient pyroxasulfone, on the weed component in soybean crops in the conditions of the Russian Federation. Objectives: to evaluate the biological effectiveness of the herbicide Karitori, WSG, against a complex of weeds; to assess the safety of using the drug for soybean plants; to carry out crop harvest ac-

counting. The experiments were carried out during two growing seasons, 2018 and 2019. In the Altai Region, experiments were carried out on soybean crops of the Altom variety, in the Astrakhan Region – on soybean crops of the Vilana variety, in the Krasnodar Region - on soybean crops of the Bara variety (in 2018) and Arleta variety (in 2019). Spraying the soil with herbicide was carried out before crop germination. The assessment of weediness was carried out using the quantitative-weight method in accordance with the “Guidelines for registration testing of herbicides in agriculture.” The greatest reduction in the overall infestation of soybean crops was noted in the Altai Region under conditions of severe infestation by common barnyard grass. Application 0.1; 0.2 and 0.3 kg/ha of the drug in this region provided an efficiency of 76.3; 88.7 and 92.3% respectively. The reduction in overall weed infestation in other regions was smaller - the use of 0.3 kg/ha of the drug provided an efficiency of 66.4–67.4%. In all regions, the effectiveness of the minimum application rate of the herbicide Karitori, WSG (0.1 kg/ha), exceeded the efficiency of 0.1 kg/ha of the standard Pledge, WP. The noted trend was supported by data on the mass of cereal weeds. The treatments had a positive effect on the amount of soybean yield obtained in the experiments. In all experiments conducted (except for the 2018 experiment in the Astrakhan region), the increase in crop yield due to reduced competition from weeds after the application of herbicides was significant. The most significant increases (from 8.2 to 10.1 c/ha) were obtained in 2019 in an experiment on soybean crops of the Arleta variety in the conditions of the Krasnodar Region.

Keywords: soybean, weeds, herbicide, pyroxasulfone, effectiveness

For citation: Golubev A.S. Efficacy of pyroxasulfone in soybean crops // Bulliten KrasSAU. 2024;(1): 41–46. (In Russ.).

Acknowledgments: the author expresses gratitude to all the staff members who participated in the field experiments with herbicide Karitori, VDG: Sh.B. Bayrambekov, G.Y. Stetsov, A.P. Savva and others.

Введение. Борьба с сорными растениями в посевах сои – необходимый этап технологии ее возделывания. Наиболее эффективным с точки зрения затрат и приобретаемой выгоды приемом уничтожения сорной растительности в настоящее время является использование гербицидов. При этом появление средств защиты растений от сорняков с новыми механизмами действия происходит крайне редко и вызывает повышенный интерес у сельхозтоваропроизводителей. Примером такого нового действующего вещества может быть пироксасульфен, который был открыт K-I Chemical Research Institute Co., Ltd. и в дальнейшем разрабатывался фирмами Kumiai Chemical Industry Co., Ltd. и Ihara Chemical Industry Co., Ltd. [1]. Пироксасульфен используется в нескольких странах (в т. ч. США и Канаде) в качестве гербицида для защиты кукурузы, сои, хлопка и пшеницы от однолетних злаковых и двудольных сорных растений [2]. Пироксасульфен проявляет наиболее высокую активность при внесении до всходов сорных растений. В условиях теплиц некоторая его активность была установлена и в отношении всходов сорняков [3].

Главной особенностью гербицида является механизм его действия, который связан с ингибированием элонгазы жирных кислот с очень

длинной цепью (VLCFAE) [4]. Новый механизм действия обеспечивает в частности возможность решения такой важной проблемы защиты растений, как появление резистентных видов сорных растений [5]. В опытах, проведенных на посевах озимой пшеницы, пироксасульфен показал убедительные результаты подавления растений рода *Bromus spp.*, устойчивых к подавляющим ацетолаттатсинтазу (ALS) гербицидам [6]. В опытах на посевах сои была доказана возможность применения пироксасульфена для борьбы с растениями щирицы Пауэлла (*Amaranthus powellii* S. Watson), приобретшими устойчивость к гербицидам, подавляющим ALS, и растениями щирицы бугорчатой (*Amaranthus tuberculatus* (Moq.) J.D. Sauer) с мультиустойчивостью [7, 8].

Следует отметить, что указанный механизм действия пироксасульфена делает его интересным компонентом для использования в баковых смесях, расширяющих спектр сорных растений, уничтожаемых в ходе проведения химической обработки [9, 10].

В России исследований пироксасульфена в полевых условиях прежде не проводилось и данных о действии препаратов на сорные растения, представленные в нашей флоре, нет.

Цель исследования – изучение действия гербицида «Каритори», ВДГ (850 г/кг), на основе нового действующего вещества пироксасульфона на сорный компонент в посевах сои в условиях Российской Федерации.

Задачи: оценить биологическую эффективность гербицида «Каритори», ВДГ, против комплекса сорных растений; безопасность использования препарата для растений сои и провести учет урожая культуры.

Объекты и методы. Опыты закладывали в течение двух вегетационных периодов 2018 и 2019 гг. в трех различающихся по климатическим условиям регионах Российской Федерации. В Алтайском крае опыты проводили на посевах сои сорта Алтом, в Астраханской области – на посевах сои сорта Вилана, а в Краснодарском крае – на посевах сои сорта Бара (в 2018 г.) и сорта Арлета (в 2019 г.). Агротехнические приемы возделывания сои на опытных участках были типичными для регионов и включали в себя зяблевую вспашку или дискование стерни с осени и культивацию с боронованием весной. Ввиду засушливых условий в Астраханской области осуществляли поливы с интервалом 7–10 дней (оросительная норма 3 500 м³/га). Также следует отметить холодные погодные условия весны 2018 г. в Алтайском крае, вследствие чего был проведен поздний посев, из-за которого урожай сои в этом опыте был крайне низким.

Препараты вносили путем опрыскивания почвы до всходов культуры с помощью ручных опрыскивателей (Solo, Pulverex, Hardi) на делянках размером от 25 до 40 м². Схема опыта включала в себя следующие варианты: 1 – «Каритори», ВДГ – 0,1 кг/га; 2 – «Каритори», ВДГ – 0,2 кг/га; 3 – «Каритори», ВДГ – 0,3 кг/га; 4 – «Пледж», СП (500 г/кг флумиоксазина) – 0,1 кг/га (эталон); 5 – контроль (без внесения каких-либо гербицидов и без ручных прополок). Расход рабочей жидкости составлял 200–300 л/га.

Каждый вариант закладывали в 4 повторностях. Расположение делянок внутри схемы опыта было рендомизированным.

Оценку засоренности посевов сои проводили с помощью количественно-весового метода согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» [11]. Биологическую эффективность

рассчитывали по отношению к необработанному контролю по формуле Аббота. Урожай убрали вручную или с использованием малогабаритного комбайна Sampo. Полученные данные обрабатывали с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) с расчетом наименьшей существенной разницы при 5 % уровне значимости (LSD₀₅).

Результаты и их обсуждение. Опыты проводились на высоком уровне засоренности посевов сои однолетними злаковыми и двудольными сорняками (табл. 1). Средняя засоренность опытных участков составляла от 73,2 (в условиях Краснодарского края) до 203,8 экз/м² (в условиях Астраханской области). Во всех трех регионах в посевах присутствовали два вида: злаковый сорняк ежовник обыкновенный – *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. (EHCNG – код Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений – EPPO Code) и двудольный сорняк марь белая – *Chenopodium album* L. (CHEAL). Один вид – щирица запрокинутая – *Amaranthus retroflexus* L. (AMARE) – встречался в двух регионах. Остальные сорные растения встречались в опытах одного из регионов. Из группы однолетних злаковых сорных растений встречались: просо сорное – *Panicum miliaceum* ssp. *ruderales* (Kitag.) Tzevelev (PANMD) и щетинник сизый – *Setaria glauca* (L.) Beauv. (SETPU). Из группы двудольных сорных растений встречались: амброзия полыннолистная – *Ambrosia artemisiifolia* L. (AMBEL), гречишка вьюнковая – *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love (POLCO), канатник Теофраста – *Abutilon theophrasti* Medik. (ABUTH), паслен черный – *Solanum nigrum* L. (SOLNI), горец почечуйный – *Polygonum persicaria* L. (POLPE) и лапчатка лежачая – *Potentilla supina* L. (PTLSU).

Наиболее сильное снижение общей засоренности посевов сои было отмечено в Алтайском крае (табл. 1). Даже при использовании изучаемого препарата в минимальной норме применения (0,1 кг/га) эффективность составляла 76,3 %, что превышало эффективность 0,1 кг/га эталона «Пледж», СП. Внесение гербицида «Каритори», ВДГ, в нормах применения 0,2 и 0,3 кг/га было соответственно на 12,4 и 16,0 % более эффективным.

Таблица 1

**Снижение общей засоренности посевов сои
после применения гербицида «Каритори», ВДГ (среднее за 2018–2019 гг.), % к контролю**

Регион	Засоренность контроля		Каритори, ВДГ, кг/га			Пледж, СП – 0,1 кг/га
	экз/м ²	Виды сорняков (EPPO Code)	0,1	0,2	0,3	
Алтайский край	178,3	ECHCG, PANMD, AMARE, CHEAL, POLCO	76,3	88,7	92,3	70,2
Краснодарский край	73,2	ECHCG, SETPU, AMARE, AMBEL, CHEAL	49,0	58,9	67,4	46,8
Астраханская область	203,8	ECHCG, CHEAL, ABUTH, SOLNI, POLPE, PTLSU	51,8	60,6	66,4	16,0

Снижение общей засоренности посевов сои в опытах, заложенных в двух других регионах, было меньшим – эффективность максимальной нормы применения 0,3 кг/га находилась на уровне 66,4–67,4 %. При этом эффективность минимальной нормы применения гербицида «Каритори», ВДГ (0,1 кг/га), превосходила эффективность эталона. Особенно наглядно это проявлялось в Астраханской области, где эта разница составляла 35,8 %.

Основное преимущество изучаемого препарата над эталоном заключалось в его более сильном влиянии на злаковые сорные растения, поэтому оно наиболее ярко реализовывалось в условиях большого засорения посевов сои этими видами. В Алтайском крае, где был отмечен

самый высокий эффект от обработки, доля ежовника обыкновенного достигала половины от общего количества сорных растений, присутствующих в посевах сои.

Это подтверждается данными, полученными при взвешивании сорных растений по группам (табл. 2). Снижение массы злаковых сорняков в Алтайском крае составляло 81,8; 93,3; 98,5 % (соответственно нормам применения изучаемого препарата 0,1; 0,2; 0,3 кг/га), что значительно превышало показатель эталона (63,0 %). В двух других регионах эффективность гербицида «Каритори», ВДГ, была ниже, однако в максимальной норме применения достигала 81,8–83,8 %, что также имело преимущество над эффективностью использования эталона.

Таблица 2

**Снижение массы двудольных и злаковых сорняков в посевах сои
после применения гербицида Каритори, ВДГ (среднее за 2018–2019 гг.), % к контролю**

Регион	Масса в контроле, г/м ²		Каритори, ВДГ, кг/га						Пледж, СП – 0,1 кг/га	
			0,1		0,2		0,3			
	ЗС	ДС	ЗС	ДС	ЗС	ДС	ЗС	ДС	ЗС	ДС
Алтайский край	321,3	224,3	81,8	57,5	93,3	61,0	98,5	54,3	63,0	94,0
Краснодарский край	243,0	465,5	62,9	42,9	71,6	52,0	81,8	61,3	38,7	62,7
Астраханская область	2330,8	2378,0	59,7	59,8	69,6	67,2	83,8	73,0	65,0	27,3

Примечание: ЗС – злаковых сорных растений; ДС – двудольных сорных растений.

Данные о влиянии гербицидов на массу двудольных сорняков не столь однозначны: в Краснодарском крае эффективность 0,3 кг/га изучаемого препарата была на уровне 0,1 кг/га эталона; в Астраханской области эффективность всех норм применения изучаемого препарата превышала эффективность эталона, а в Алтайском крае наблюдалась обратная ситуация.

В ходе визуальных наблюдений за растениями сои сортов Алтом, Вилана, Бара и Арлета,

появившимися после применения гербицида «Каритори», ВДГ, признаков повреждения гербицидом растений культуры не выявлено. Напротив, проведение обработок оказало существенное влияние не только на засоренность посевов сои, но и на величину полученного в опытах урожая (табл. 3). Во всех проведенных опытах (за исключением опыта 2018 г. в Астраханской области) прибавки урожайности культуры за счет снижения конкуренции со стороны сорных расте-

ний после внесения гербицидов были существенными. Наиболее значимые прибавки (от 8,2 до 10,1 ц/га) получены в 2019 г. в опыте с соей сорта Арлета в условиях Краснодарского края. Наименьшие прибавки (от 1,3 до 1,7 ц/га) были

отмечены в неблагоприятных погодных условиях 2018 г. в Алтайском крае (поздний посев культуры из-за холодной весны и затянувшийся период вегетации), когда урожайность сои в необработанном контроле составила всего 2,8 ц/га).

Таблица 3

Урожайность сои после применения гербицида «Каритори», ВДГ (2018–2019 гг.), ц/га

Вариант опыта	Алтайский край		Краснодарский край		Астраханская область	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
1. Каритори, ВДГ – 0,1 кг/га	4,1	13,8	19,3	25,1	21,4	20,9
2. Каритори, ВДГ – 0,2 кг/га	4,5	15,4	20,1	26,2	22,6	22,4
3. Каритори, ВДГ – 0,3 кг/га	4,4	15,5	21,0	27,0	23,3	23,2
4. Пледж, СП – 0,1 кг/га	4,0	16,0	20,8	22,7	20,9	19,1
5. Контроль	2,8	12,4	16,5	16,9	17,6	16,9
НСР ₀₅	1,2	1,3	1,3	1,5	5,3	2,9

Заключение. В результате проведенных опытов установлена высокая эффективность гербицида «Каритори», ВДГ, против комплекса двудольных и злаковых сорных растений в посевах сои. Наибольшее снижение общей засоренности посевов сои было отмечено в Алтайском крае в условиях сильного засорения ежовником обыкновенным. Внесение 0,1; 0,2 и 0,3 кг/га препарата в этом регионе обеспечивало эффективность 76,3; 88,7 и 92,3 % соответственно. Снижение общей засоренности в других регионах было меньшим – применение 0,3 кг/га препарата обеспечивало эффективность на уровне 66,4–67,4 %. При этом во всех регионах эффективность минимальной нормы применения гербицида «Каритори», ВДГ (0,1 кг/га), превосходила эффективность 0,1 кг/га эталона «Пледж», СП. Отмеченная тенденция подкреплялась данными учетов массы злаковых сорных растений.

Наиболее значимые прибавки урожайности сои после использования гербицида «Каритори», ВДГ (от 8,2 до 10,1 ц/га), получены в 2019 г. в опыте на посевах сои сорта Арлета в условиях Краснодарского края.

Полученные результаты позволили рекомендовать данный гербицид к широкому использованию на посевах сои против однолетних злаковых и двудольных сорных растений путем проведения опрыскивания почвы сразу после посева в нормах применения 0,1–0,3 кг/га. Расход рабочей жидкости при проведении обработки должен составлять от 200 до 300 л/га.

Список источников

1. Development of the novel pre-emergence herbicide pyroxasulfone / M. Nakatani [et al.] // Journal of Pesticide Science. 2016. № 41(3). P. 107–112. DOI: 10.1584/jpestics.J16-05.
2. Weed control efficacy of a novel herbicide, pyroxasulfone / Y. Yamaji [et al.] // Journal of Pesticide Science. 2014. № 39(3). P. 165–169. DOI: 10.1584/jpestics.D14-025.
3. Synthesis of novel pyrazole derivatives containing phenylpyridine moieties with herbicidal activity / Z. Cai [et al.] // Molecules. 2022. № 27, P. 62–74. DOI: 10.3390/molecules27196274.
4. Studies on the inhibition of plant very-long-chain fatty acid elongase by a novel herbicide, pyroxasulfone / Y. Tanetani [et al.] // Journal of Pesticide Science. 2011. № 36 (2). P. 221–228. DOI: 10.1584/jpestics.g10-81.
5. Долженко В.И., Петунова А.А., Маханькова Т.А. Биолого-токсикологические требования к ассортименту гербицидов // Защита и карантин растений. 2001. № 5. С. 14.
6. Pyroxasulfone is effective for management of Bromus spp. in winter wheat in western Canada / E.N. Johnson [et al.] // Weed Technology. 2018. № 32. P. 739–748. DOI: 10.1017/wet.2018.70.
7. Control of multiple-herbicide-resistant green pigweed (*Amaranthus powellii*) with pre-emergence and postemergence herbicides in Ontario soybean production / I.K. Aicklen [et al.] // Agronomy. 2022. № 12. P. 2075. DOI: 10.3390/agronomy12092075.

8. The interaction of pyroxasulfone and flumioxazin applied preemergence for the control of multiple-herbicide-resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) in soybean / J. Ferrier [et al.] // *Weed Technology*. 2022. № 36. P. 318–323. DOI: 10.1017/wet.2022.11.
9. Belfry K.D., McNaughton K.E., Sikkema P.H. Weed control in soybean using pyroxasulfone and sulfentrazone // *Canadian Journal of Plant Science*. 2015. № 95 (6). P. 1199–1204. DOI: 10.4141/cjps-2015-114.
10. Weed management systems using the new herbicide pyroxasulfone aiming at grass control in soybeans / F. Morota [et al.] // *Brazilian Herbicide Journal*. 2018. № 17 (2). e584 (1–10). DOI: 10.7824/rbh.v17i2.584.
11. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. СПб.: МСХ, РАСХН, ВИЗР, 2013. 280 с.
5. Dolzhenko V.I., Petunova A.A., Mahan'kova T.A. Biologo-toksikologicheskie trebovaniya k assortimentu gerbicidov // *Zaschita i karantin rastenij*. 2001. № 5. S. 14.
6. Pyroxasulfone is effective for management of *Bromus* spp. in winter wheat in western Canada / E.N. Johnson [et al.] // *Weed Technology*. 2018. № 32. P. 739–748. DOI: 10.1017/wet.2018.70.
7. Control of multiple-herbicide-resistant green pigweed (*Amaranthus powellii*) with preemergence and postemergence herbicides in Ontario soybean production / I.K. Aicklen [et al.] // *Agronomy*. 2022. № 12. P. 2075. DOI: 10.3390/agronomy12092075.
8. The interaction of pyroxasulfone and flumioxazin applied preemergence for the control of multiple-herbicide-resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) in soybean / J. Ferrier [et al.] // *Weed Technology*. 2022. № 36. P. 318–323. DOI: 10.1017/wet.2022.11.
9. Belfry K.D., McNaughton K.E., Sikkema P.H. Weed control in soybean using pyroxasulfone and sulfentrazone // *Canadian Journal of Plant Science*. 2015. № 95 (6). P. 1199–1204. DOI: 10.4141/cjps-2015-114.
10. Weed management systems using the new herbicide pyroxasulfone aiming at grass control in soybeans / F. Morota [et al.] // *Brazilian Herbicide Journal*. 2018. № 17 (2). e584 (1–10). DOI: 10.7824/rbh.v17i2.584.
11. Metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam gerbicidov v sel'skom hozyajstve / pod red. V.I. Dolzhenko. SPb.: MSH, RASHN, VIZR, 2013. 280 s.

References

1. Development of the novel pre-emergence herbicide pyroxasulfone / M. Nakatani [et al.] // *Journal of Pesticide Science*. 2016. № 41(3). P. 107–112. DOI: 10.1584/jpestics.J16-05.
2. Weed control efficacy of a novel herbicide, pyroxasulfone / Y. Yamaji [et al.] // *Journal of Pesticide Science*. 2014. № 39(3). P. 165–169. DOI: 10.1584/jpestics.D14-025.
3. Synthesis of novel pyrazole derivatives containing phenylpyridine moieties with herbicidal activity / Z. Cai [et al.] // *Molecules*. 2022. № 27, P. 62–74. DOI: 10.3390/molecules27196274.
4. Studies on the inhibition of plant very-long-chain fatty acid elongase by a novel herbicide, pyroxasulfone / Y. Tanetani [et al.] // *Journal of Pesticide Science*. 2016. № 41(3). P. 107–112. DOI: 10.1584/jpestics.J16-05.
5. Dolzhenko V.I., Petunova A.A., Mahan'kova T.A. Biologo-toksikologicheskie trebovaniya k assortimentu gerbicidov // *Zaschita i karantin rastenij*. 2001. № 5. S. 14.
6. Pyroxasulfone is effective for management of *Bromus* spp. in winter wheat in western Canada / E.N. Johnson [et al.] // *Weed Technology*. 2018. № 32. P. 739–748. DOI: 10.1017/wet.2018.70.
7. Control of multiple-herbicide-resistant green pigweed (*Amaranthus powellii*) with preemergence and postemergence herbicides in Ontario soybean production / I.K. Aicklen [et al.] // *Agronomy*. 2022. № 12. P. 2075. DOI: 10.3390/agronomy12092075.
8. The interaction of pyroxasulfone and flumioxazin applied preemergence for the control of multiple-herbicide-resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) in soybean / J. Ferrier [et al.] // *Weed Technology*. 2022. № 36. P. 318–323. DOI: 10.1017/wet.2022.11.
9. Belfry K.D., McNaughton K.E., Sikkema P.H. Weed control in soybean using pyroxasulfone and sulfentrazone // *Canadian Journal of Plant Science*. 2015. № 95 (6). P. 1199–1204. DOI: 10.4141/cjps-2015-114.
10. Weed management systems using the new herbicide pyroxasulfone aiming at grass control in soybeans / F. Morota [et al.] // *Brazilian Herbicide Journal*. 2018. № 17 (2). e584 (1–10). DOI: 10.7824/rbh.v17i2.584.
11. Metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam gerbicidov v sel'skom hozyajstve / pod red. V.I. Dolzhenko. SPb.: MSH, RASHN, VIZR, 2013. 280 s.

Статья принята к публикации 22.09.2023 / The article accepted for publication 22.09.2023.

Информация об авторах:

Артем Сергеевич Голубев, ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Artem Sergeevich Golubev, Leading Researcher, Candidate of Biological Sciences